



ISSN:1984-2295

Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe>



Caracterização morfoestrutural e morfoescultural no território do Geoparque Global UNESCO Caminhos dos Cânions do Sul, RS/SC

Eduardo Adriani Rapanos¹; Jairo Valdati²; Maria Carolina Villaça Gomes³

¹Geólogo, mestrando no programa de pós-graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina, Laboratório de Análise Ambiental. Bolsista de pós-graduação no programa UNIEDU/FUMDES. eduardo.rapanos@protonmail.com (autor correspondente). ²Departamento de Geografia, Universidade do Estado de Santa Catarina, jairo.valdati@udesc.br. ³ Pós-doutoranda no departamento de Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina, mcarolvg@gmail.com.

Artigo recebido em 08/12/2021 e aceito em 24/05/2022

RESUMO

A cartografia taxonômica do relevo é uma importante ferramenta para a caracterização e interpretação dos processos geológicos, climáticos e geomorfológicos que moldam a superfície terrestre por meio das forças endógenas e exógenas. O território do Geoparque Mundial UNESCO Caminhos dos Cânions do Sul (GCCS) comporta atributos que remontam importantes eventos geológicos como os registros da sedimentação Permiana e Jurássica, um magmatismo do Cretáceo e o soerguimento, subsidência e a deriva continental, condicionando a formação de depósitos continentais e transicionais do Pleistoceno e Holoceno. Este contexto geoevolutivo, junto aos climas atuais, deu origem a diversos compartimentos de relevo que marcam a paisagem do GCCS, sobretudo a presença de uma contínua escarpa que separa o planalto e as planícies. Através do reconhecimento da diversidade de compartimentos de relevo, foram caracterizadas as unidades de 1º (morfoestruturas) e 2º (morfoesculturas) táxon, compartimentadas a partir de informações bibliográficas e a integração de conteúdo matricial e vetorial com dados geológicos e estruturais, hipsométricos e de declividade integrados em ambiente de SIG. Como resultados foram obtidas uma cartografia das unidades de relevo atualizada e de maior detalhe para o território do GCCS bem como foram caracterizadas e descritas duas unidades morfoestruturais de 1º táxon (Bacia Geológica e Magmatismo Serra Geral e Planície Costeira) e seis unidades morfoesculturais de 2º táxon (Patamares da Serra Geral, Escarpas da Serra Geral, Planalto da Serra Geral e Planalto Dissecado Rio das Antas, Planície Litorânea, Planície Continental) sendo o Planalto Dissecado Rio das Antas uma unidade aqui proposta a partir de características morfométricas distintas do Planalto da Serra Geral.

Palavras-chave: cartografia geomorfológica, cartografia taxonômica, geoparque, compartimento de relevo

Morphostructure and morphosculpture characterization in the Caminhos dos Cânions do Sul UNESCO Global Geopark Territory, RS/SC

ABSTRACT

The taxonomic cartography of relief is an important instrument for characterization and interpretation of geological, climatic and geomorphological processes which shapes the Earth surface through endogenous and exogenous forces. The territory of Caminhos dos Cânions do Sul UNESCO Global Geopark (CCSG) contains attributes that date back to important geological events like the record of Permian and Jurassic sedimentation, a Cretaceous magmatism and the uplift, subsidence and the continental drift, conditioning the formation of continental and transitional deposits from Pleistocene and Holocene. The geoevolutive context, together with recently climate, originated a number of geomorphological compartments that mark the landscape of the CCGS, especially the presence of a continuous cliff that separates the plateau and the plains. We characterized the 1st (morphosculpture) and 2nd (morphostructure) taxon, by bibliographic informations and the integration of matricial and vectorial content with geological and structural, hipsometric and slope angle integrated by GIS environment. We obtained a atualized and detailed cartography of relief units for CCGS territory, and was characterized and described two morphosculptures from 1st taxon (Bacia Geológica e Magmatismo Serra Geral and Planície Costeira) and six morphostructures from 2nd taxon (Patamares da Serra Geral, Escarpas da Serra Geral, Planalto da Serra Geral, Planalto Dissecado Rio das Antas, Planície Continental and Planície Litorânea) a unit proposed here based on distinct morphometric characteristics of the Serra Geral Plateau.

Keywords: geomorphological cartography, taxonomic cartography, geopark, relief compartment

Introdução

O relevo é o lugar de sustentação de dinâmicas do meio natural – biótico e abiótico – atrelados a momentos e contextos históricos e culturais. O reconhecimento destas porções de terreno como fonte de recursos naturais onde se inserem natureza e sociedade, evidencia a necessidade do estudo e sistematização deste espaço físico como forma de caracterizar e representar os fatos geomorfológicos de determinadas regiões. A constatação dessa necessidade se dá tanto para meios rurais quanto para áreas urbanas, com vistas ao auxílio no planejamento ambiental, seja ele enquanto ordenamento do território ou gerenciamento dos recursos naturais ou ainda, enquanto valorização do seu patrimônio natural.

Dessa forma Ross (1992) elabora a cartografia taxonômica de relevo, idealizada através de uma metodologia que realiza a caracterização dos compartimentos de relevo da superfície terrestre. Subentende-se que essas formas de relevo possuem origem a partir de forças antagônicas, endógenas e exógenas, que condicionam a formação e estruturação desta porção física da natureza.

O arcabouço da concepção teórica-metodológica acerca da representação cartográfica geomorfológica de Ross (1992) está baseada nas premissas conceituais das forças geradoras do relevo definidas por Walter Penck em 1953. Através do entendimento que a Terra e suas formas de relevo são produtos de processos que advêm do interior e exterior da Terra, Penck (1953) caracteriza os processos formadores de relevo. As forças endógenas são representadas por processos ativos na crosta terrestre – terremotos, vulcanismos, tectonismo, subsidência e soerguimento, fraturamento e após falhamento como resultado da movimentação das placas tectônicas. A segunda força são os arranjos exógenos onde a atuação do clima passado e atual originam processos de intemperismo e erosão que atuam sobre as rochas. Esta ação constante e atemporal advinda de processos fluviais, pluviais, eólicos, glaciais, costeiros e marinhos, transforma minerais primários em secundários ao passo que evidencia a diferença de resistividade de rochas e esculpe as formas de relevo (ROSS, 1992).

A formação de relevo a partir de processos endógenos e exógenos é responsável por gerar formas padrões de grande, médio e pequeno porte na superfície terrestre. A partir da concepção das diferentes formas e tamanhos de padrões de relevo, Guerasimov (1946) e Mecerjakov (1968) articulam a conceituação de morfoestrutura e morfoescultura

como sendo a totalidade das ocorrências do relevo terrestre. As morfoestruturas e morfoesculturas definem o ordenamento das ocorrências de determinadas estruturas que sustentam os aspectos dinâmicos e estruturais decorrentes de climas que atuaram no passado e atuam no presente. Os padrões encontrados nestas unidades de taxonômicas do relevo refletem a interação das variáveis climáticas passadas e atuais com a diversidade relacionada a resistência e estruturação rochas (ROSS, 1992).

Através dos níveis taxonômicos de regionalização e hierarquização das feições geomorfológicas, Ross (1992) propõe a classificação das formas de relevo a partir de seis táxos (Quadro 1). O 1º táxon compreende as unidades morfoestruturais, enquanto os demais, a partir do 2º, são classificados como unidades morfoesculturais, de menores dimensões, e que estão inseridos nos limites da unidade morfoestrutural.

A cartografia destas formas de relevo tem sido apoiada através dos avanços tecnológicos e a disponibilização dos produtos orbitais obtidos de forma gratuita e aberta na internet. Satélites já conhecidos como os da missão *Landsat* e *Shuttle Radar Topography Mission* ou SRTM oferecem tanto registros espectrais quanto modelos digitais de terreno de toda a superfície terrestre. Como exemplos brasileiros, podem ser citados o satélite CBERS 4, de parceria Brasil – China, cujas imagens originam composições de até 2 m de resolução por píxel, bem como o modelo digital de terreno com 1 m de resolução para o estado de Santa Catarina, fornecido pela Secretaria de Desenvolvimento Econômico Sustentável do referido estado. Sendo assim, o conjunto de produtos disponibilizados bem como o auxílio de *softwares* de mapeamento digital, concedem a oportunidade de trabalhar a cartografia geomorfológica de relevo em nível de detalhe, ainda que sua representação se dê em escala regional.

A possibilidade de se representar sob a forma de mapas o relevo em detalhe aproxima a cartografia geomorfológica à aplicação em demais áreas da ciência e/ou da gestão do território (ex. Sato; Lupinacci, 2019; Simon; Lupinacci, 2019; Silva et al., 2020; Souza et al., 2021). Nesse sentido, seja o planejamento e gestão ambiental, planejamento urbano, regional ou mesmo setorial, como no turismo. Uma unidade territorial que pode ser muito beneficiada com a cartografia geomorfológica de detalhe de seus domínios são os geoparques, sobretudo quando detentor de

expressivo patrimônio geomorfológico (Santos, 2020; Coratza et al., 2021; Guerra; Lazzari, 2021).

Os Geoparques ou *Geoparks*, segundo definição da UNESCO, são territórios unificados, com geodiversidade e geopatrimônio de relevância internacional, geridos através de um conceito holístico visando à sustentabilidade e promovendo o desenvolvimento econômico e social das comunidades inseridas em seu interior (MC Keever; Zouros, 2005).

Elementos abióticos inseridos no território do Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul (GCCS) foram descritos por Ab'Sáber (2003)

como fazendo parte dos Aparados da Serra e caracterizado como “um dos espetáculos paisagísticos mais extraordinários do Brasil Atlântico”. O território do GCCS se insere em um contexto geológico e geomorfológico que abriga o registro de eventos geológicos de sedimentação, magmatismo e deriva continental evidenciados a partir das formas de relevo através do abrupto desnível entre o Planalto dos Campos de Cima da Serra e a Planície Costeira, representadas por escarpas de notável relevância geomorfológica (GODOY; BINOTTO; WILDNER; 2012).

1º Táxon	2º Táxon	3º Táxon
Unidades morfoestruturais. Grandes estruturas definidas por características estruturais que definem um padrão de relevo a partir de grandes formas (ex.)	Unidades morfoesculturais geradas a partir de ação climática ao longo do tempo (ex.)	Padrões de formas semelhantes de relevo onde há distinção de aparência entre si em função da rugosidade topográfica (ex.)
4º Táxon	5º Táxon	6º Táxon
Padrões de formas semelhantes constituídas por grande número de formas de relevo semelhantes entre si na morfometria e morfologia (ex.)	Forma das vertentes setorizadas a partir de características geométricas, genéticas e dinâmicas distintas e semelhantes entre si (ex.)	Formas menores, esculpidas por processos erosivos e de acumulações atuais e por atividade antrópica (ex.)

Quadro 1. Taxonomia dos fatos geomorfológicos segundo Ross (1992). Organizado pelos autores.

A diversidade paisagística do território abrangido pelo GCCS é singular. A paisagem, fortemente, compartimentada através da escarpa, engloba unidades geomorfológicas cujas formas características constituem geossítios de relevância local a internacional. Além disso, seu geopatrimônio também abrange sítios de interesse estratigráfico e paleontológico de relevância internacional do ponto de vista científico (Lima; Vargas, 2018).

Panizza (2001) considera elementos do relevo como patrimônio natural e denomina os locais que possuem características a serem valorizadas como bens naturais, de geomorfossítios. Segundo o autor, geomorfossítios é uma forma da paisagem com particular e significativos atributos geomorfológicos, que a qualificam como componente do patrimônio cultural de um território.

O estudo de detalhe acerca das unidades de relevo e a sua cartografia são ferramentas que irão auxiliar a gestão do território do GCCS. Por tratar de áreas extensas, muitas vezes de difícil acesso, os mapas taxonômicos de relevo certamente irão trazer oportunidades de reconhecimento de novos geossítios além de possibilitar seu uso para fins de cartografia geoturística.

Desta maneira o trabalho centra-se na caracterização morfoestrutural e morfoescultural do relevo partindo da classificação proposta por ROSS (1992).

Criação do GCCS

O projeto de criação do GCCS teve origem no ano de 2007 a partir de uma semente plantada pelo Dr. João Matos, médico e prefeito de Praia Grande/SC na época. O então prefeito da cidade compartilhou sua ideia com autoridades locais e regionais, que então abraçaram a ideia de desenvolvimento do projeto (Sung *et al.*, 2019).

Sung *et al.* (2019) descreve que a primeira fase do projeto denominada de Projeto Geoparque Cânions do Brasil, consistiu com a participação que ocorreu entre 2007 a 2010, contou com a participação de seis municípios, onde três pertenciam a Santa Catarina – Santa Rosa do Sul, Praia Grande e São João do Sul – e três sul-rio-grandenses – Mampituba, Cambará do Sul, São José dos Ausentes.

A liderança do projeto na época era mantida a partir da Agência de Desenvolvimento Regional (ADR) e da Associação de Municípios do Extremo Sul Catarinense (AMESC). Com o amadurecimento da ideia e das discussões optou-se por mudar o nome do projeto para Geoparque

Caminhos dos Cânions do Sul com vistas a valorizar a regionalidade das ocorrências. Na fase 2 do projeto também foram ampliados de seis para dezenove municípios com o adendo de doze municípios da AMESC – Balneário Arroio do Silva, Araranguá, Passo de Torres, Balneário Gaivota, Ermo, Maracajá, Timbé do Sul, Morro Grande, Sombrio, Jacinto Machado, Meleiro e Turvo – mais o município sul-rio-grandense de Torres (SUNG *et al.*, 2019).

Sung *et al.* (2019) afirmam que uma consultoria técnica contratada na época concluiu que se tratava de um território muito extenso, o que poderia desfavorecer a avaliação da candidatura pela UNESCO *Mundial Geoparks*. Então, deu-se início à fase 3, em que, de um total de dezenove municípios participantes do GCCS, restaram os sete que fazem parte do desenho atual do território.

Durante os anos de 2011 a 2017 o projeto foi gerido por equipe técnica formada por membros da ADR e AMESC, com parceria de cooperação a partir do modelo de Governança da Água e do Território na perspectiva da Sustentabilidade (SUNG *et al.*, 2019).

A fase 4, iniciada após 2017, é caracterizada pela composição dos municípios de Santa Catarina – Morro Grande, Timbé do Sul, Jacinto Machado e Praia Grande – e Rio Grande do Sul – Cambará do Sul, Mampituba e Torres. A partir de então o processo de gestão do geoparque vem sendo realizado pelo Consórcio Intermunicipal dos Caminhos dos Cânions do Sul (CICCS) que fora um dos principais resultados do processo de governança (SUNG *et al.*, 2019).

Atualmente fazem parte da gestão do GCCS o comitê científico e educativo (CEC) onde atuam em conjunto com laboratórios, professores, pesquisadores e estudantes de universidades públicas e privadas da região e o Consórcio Intermunicipal Caminhos dos Cânions do Sul (CICCS), composto por representantes dos sete municípios inseridos no território.

Estão inseridos no território do GCCS (Figura 8), três unidades de conservação federais de uso restrito – Parques Nacionais da Serra Geral e Aparados da Serra e Refúgio da Vida Silvestre Ilha dos Lobos –, quatro unidades de conservação sul-rio-grandenses – Parques Estaduais de Itapeva, Guaritas, Tainhas e Área de Preservação Ambiental Rota do Sol – e uma catarinense –

Reserva Biológica Estadual do Aguai – e uma unidade de conservação municipal pertencente ao município de Torres/RS – Área de Proteção Ambiental Lagoa Itapeva.

No dia 21 de abril de 2022 a UNESCO concedeu a chancela ao GCCS como membro do programa de Geoparques Globais da instituição após 15 anos de início do projeto.

Área de estudo

O GCCS (Figura 1) se destaca na paisagem do Brasil a partir de sua imponente expressão geomorfológica representada por características únicas que marcam a transição de relevo entre os compartimentos geomorfológicos de planície e planalto. A transição é marcada pelo contínuo escarpamento do relevo que faz o território ser detentor da maior concentração de cânions do Brasil (GODOY; BINOTTO; WILDNER, 2012).

O território do GCCS possui a história evolutiva de seu relevo relacionada à ruptura do paleocontinente Gondwana a partir do movimento divergente de placas tectônicas associado a um intenso vulcanismo do tipo fissural (GODOY; BINOTTO; WILDNER, 2012). O relevo fora profundamente modelado a partir de processos de intemperismo e erosão durante os últimos períodos geológicos, resultando na exposição de rochas com diferentes resistências e na formação das escarpas da Serra Geral (MILANI *et al.*, 2007).

As unidades litológicas (Quadro 2) que ocorrem no GCCS são representadas por rochas sedimentares da Bacia Geológica do Paraná (BGP), ígneas do Grupo Serra Geral (gSG) e por depósitos sedimentares da Planície Costeira (PC).

Para Milani *et al.* (2007) a BGP é uma ampla estrutura inclusa em porções territoriais do Brasil, Paraguai, Uruguai e Argentina em uma área de 1,5 milhão de km². O registro litoestratigráfico da BGP está associado com rochas sedimentares que são recobertas por espesso pacote rochas vulcânicas do gSG.

A PC é, do ponto de vista morfológico, uma região onde dominam terrenos de altitudes baixas, de transição entre ambiente continental e marinho, composta por sedimentos consolidados, semi-consolidados e inconsolidados, com ocorrência de rochas sedimentares e cristalinas de forma subordinada (Horn Filho, 2003).

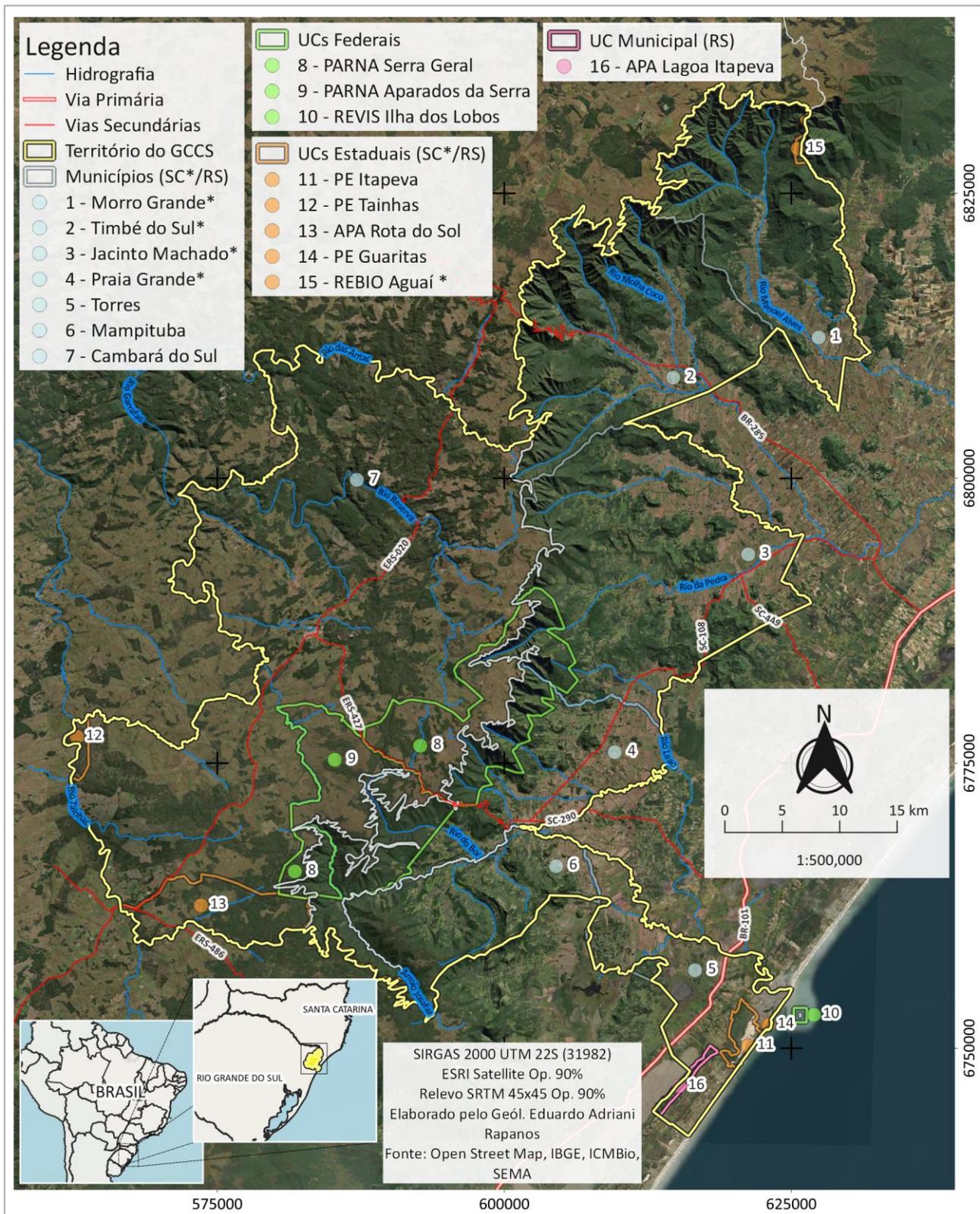


Figura 1: Localização do território do GCCS.

A PC abrange sistemas deposicionais do tipo continental e transicional. O sistema continental se associa às encostas das escarpas que sustentam o planalto, e engloba depósitos colúviais e aluviais (HORN FILHO, 2003). Já o sistema transicional é formado por depósitos de ambientes marinho raso, eólico, lagunar e paludial, cuja

deposição está associada à variação do nível do mar durante o quaternário (HORN-FILHO, 2003).

O clima na região do GCCS, conforme a classificação de Köppen, é subtropical dos tipos *Cfa* – inverno frio com verão quente – atuante na região leste do território, e *Cfb* – inverno frio e verão ameno - ocorrendo nas áreas de planalto. As

massas de ar predominantes na região são a Massa Polar Atlântica e a Massa Tropical Atlântica. As correntes costeiras e marinhas majoritárias são as de sul e nordeste, e causam a pluviosidade e a estabilidade climática no local (IBGE, 1986).

De modo geral, a média de precipitação no território do GCCS é bem distribuída durante o ano, tendo algumas distinções ocasionadas por influências da escarpa da Serra Geral. Esta barreira orográfica causa um aumento significativo na pluviosidade (IBGE, 1986).

O forte contraste topográfico é determinante na variação da temperatura média anual. De acordo com dados do INMET, em Cambará do Sul, no planalto, a média anual é 14°C, enquanto no mês mais frio e mais quente são, respectivamente, 10°C (julho) e 18,6°C (janeiro). Em Torres, na planície litorânea, a temperatura média anual é de 19,4°C, enquanto no mês mais frio e quente, são, respectivamente, 14,3°C (julho) e 23,4°C (janeiro).

A geomorfologia por sua vez, é caracterizada por GAPLAN (1986) para o estado de Santa Catarina e por DEPLAN (2021) para o Rio Grande do Sul. Os domínios geomorfológicos representados pelas planícies representam áreas

predominantemente planas com um leve rampeamento para leste, em direção ao oceano. Originadas a partir da transição entre ambiente continental e marinho, estas unidades geomorfológicas encontram-se entre o oceano Atlântico e os Patamares da Serra Geral.

Em direção a oeste encontram-se os Patamares da Serra Geral, relevo intermediário que ocorre na forma de uma faixa estreita e descontínua associada à dissecação de redes de drenagem. Esta unidade é o testemunho do recuo da linha de escarpa.

As Escarpas da Serra Geral ocorrem de forma abrupta em toda a borda da BGP com desníveis acentuados de até 1.000 m. As encostas escarpadas são interrompidas por vales fluviais intensamente dissecados, com mais de 500 m, que formam os cânions.

O Planalto da Serra Geral apresenta-se distribuído a oeste do território do GCCS. Na sua parte leste, junto ao limite com a escarpa, o planalto apresenta as maiores altitudes, onde podem chegar a até 1.200 m. Em geral, o planalto possui relevo aplainado, mas também são encontradas partes com maior dissecação em direção a oeste.

Unidade Litológica	Período	Tipo de Ambiente	Domínio Geológico
Depósitos Sedimentares	Quaternário e Pleistoceno	Transicional	Depósitos Transicionais e Continentais
		Continental	
Grupo Serra Geral	Cretáceo	Vulcânico	Magmatismo Serra Geral
Formação Botucatu	Jurássico	Continental	Bacia Geológica do Paraná
Formação Rio do Rasto	Permiano	Marinho, Transicional e Continental	

Quadro 2. Unidades litológicas, períodos e domínios geológicos encontrados no GCCS extraídos de Milani. *et al.* (2007) e Horn Filho (2003).

Material e métodos

A pesquisa levou em consideração aspectos teóricos e metodológicos da caracterização morfoestrutural e morfoescultural bem como aspectos relacionados à geologia e geomorfologia da região do GCCS.

Além da fundamentação teórica-metodológica proposta por Ross (1922) para a caracterização das unidades morfoestruturais e esculturais, fora consultada a bibliografia acerca da geologia da região a partir de artigos publicados por Milani e Ramos (1998) e Milani *et al.* (2007) e Horn Filho (2003) e Horn Filho *et al.* (2014). Para a geomorfologia foi utilizado o Atlas de Santa Catarina elaborado por GAPLAN (1986).

O *software* usado para o processamento de arquivos raster e a cartografia das unidades morfoestruturais e morfoesculturais foi o QGIS Desktop versão 3.10.9.

Os arquivos *shapefile* da rede de drenagem e acessos foram obtidos junto à plataforma *Open Street Map*.

As imagens do satélite sino-brasileiro CBERS 4^a, obtidas em 20/10/2020 foram adquiridas junto ao site da Divisão de Geração de Imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Aeroespaciais (INPE).

O processamento das imagens envolveu a fusão das bandas *Red*, *Green*, *Blue* e *Panromatic* para geração das composições coloridas, com resolução de 2 metros por pixel. Após o

procedimento, foi realizado o mosaico e o recorte da composição para que fosse contemplado todo o limite do GCCS.

O modelo digital de elevação foi adquirido junto ao *United States Geological Survey – USGS*. Proveniente da missão *Shuttle Radar Topography* resolução de 1 Arco-segundo com 30 metros por píxel.

Os arquivos raster passaram pelo processo de mosaico e recorte para que fosse abrangida toda a área do GCCS. A partir da área do GCCS Foram gerados os mapas de classes de declividade seguindo o modelo da EMBRAPA (1979); o mapa hipsométrico com 11 classes; e os mapas com relevo sombreado com exagero vertical de 2x atribuído.

Os dados climáticos foram obtidos junto ao site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Foram adquiridos dados das médias climáticas anuais e mensais de municípios de diferentes regiões do GCCS.

As estruturas geológicas foram extraídas a partir da composição das imagens do satélite CBERS 4A e do modelo digital de terreno SRTM com resolução de 30 metros por pixel. A caracterização foi realizada separando as estruturas geológicas em negativas e positivas onde a análise fora realizada em escala de 1:100.000. A caracterização e posterior interpretação das estruturas se deu com o intuito se compartimentar as unidades geomorfológicas com base em distinções observadas a partir de suas representatividades. As estruturas negativas comumente indicam vales tanto profundos como incipientes ao passo que as positivas se associam com cristas de morros.

A cartografia das morfoestruturas e morfoesculturas correlacionou o conteúdo teórico e metodológico de compartimentação taxonômica do relevo ao conhecimento científico já produzido sobre a geologia e geomorfologia do GCCS, com o uso do SIG como ferramenta de integração, interpretação e geração dos produtos cartográficos. A classificação das unidades foi baseada em estudos já elaborados por GAPLAN (1986) para Santa Catarina e DEPLAN (2021) para o Rio Grande do Sul. A escala adotada para a definição das unidades foi de 1:100.000.

Através da integração citada no parágrafo anterior, fora proposta uma nova unidade morfoescultural no planalto que não consta na caracterização realizada pela DEPLAN (2021). Esta unidade fora caracterizada a partir da disposição espacial das declividades e da hipsometria.

Foi traçado um perfil na área de estudo

com o intuito de se identificar as relações entre as variações topográficas e de declividade entre os diferentes compartimentos morfoesculturais.

Resultados

Os resultados são apresentados a partir das unidades morfoestruturais existentes e as unidades morfoesculturais a elas subordinadas.

Unidades Morfoestruturais

Foram caracterizadas no território do GCCS duas unidades morfoestruturais bem definidas de acordo com suas características litológicas, estruturais, de hipsometria e declividade (Figura 2) representadas em escala 1:100.000: a primeira, a Bacia Geológica e Magmatismo Serra Geral, com área de 2289 km², e a segunda, a Planície Sedimentar, com 535 km² de área (Figura 3).

Bacia Geológica e Magmatismo Serra Geral

A unidade morfoestrutural da Bacia Geológica e Magmatismo Serra Geral se estende por 2289 km² e possui altitudes entre 150 a até 1347 metros. Sua variação quanto à declividade foi na ordem de predominância de relevo ondulado (31%), forte ondulado (27%), suave ondulado (19%), montanhoso (11%), plano e forte montanhoso (ambos com 6%) conforme.

Na unidade ocorrem unidades litológicas de origem sedimentar, como a Formação Rio do Rasto do Permiano Superior, composta por intercalações de siltitos e argilitos em camadas tabulares, e a Formação Botucatu do Jurássico, constituída de quartzo-arenito. Também ocorre uma unidade ígnea extrusiva representada pelo gSG do Cretáceo, a qual está associada à ocorrência de rochas vulcânicas básicas a ácidas (RAMGRAB *et al.*, 2004; WILDNER *et al.*, 2014).

A formação dessa unidade morfoestrutural se deu a partir da deposição de sedimentos marinhos, transicionais e continentais durante o Permiano Superior e Jurássico. No cretáceo, movimentos divergentes do manto causaram a fragmentação, a epirogenia e a extrusão de rocha ígnea vulcânica no gondwana sul e o surgimento do oceano atlântico sul. A associação destes eventos com a epirogenia da borda oriental do continente a submeteu a intensos processos erosivos (ALMEIDA, 1981), levando à formação da escarpa e ao suprimento de sedimentos para a formação da planície sobre o embasamento.

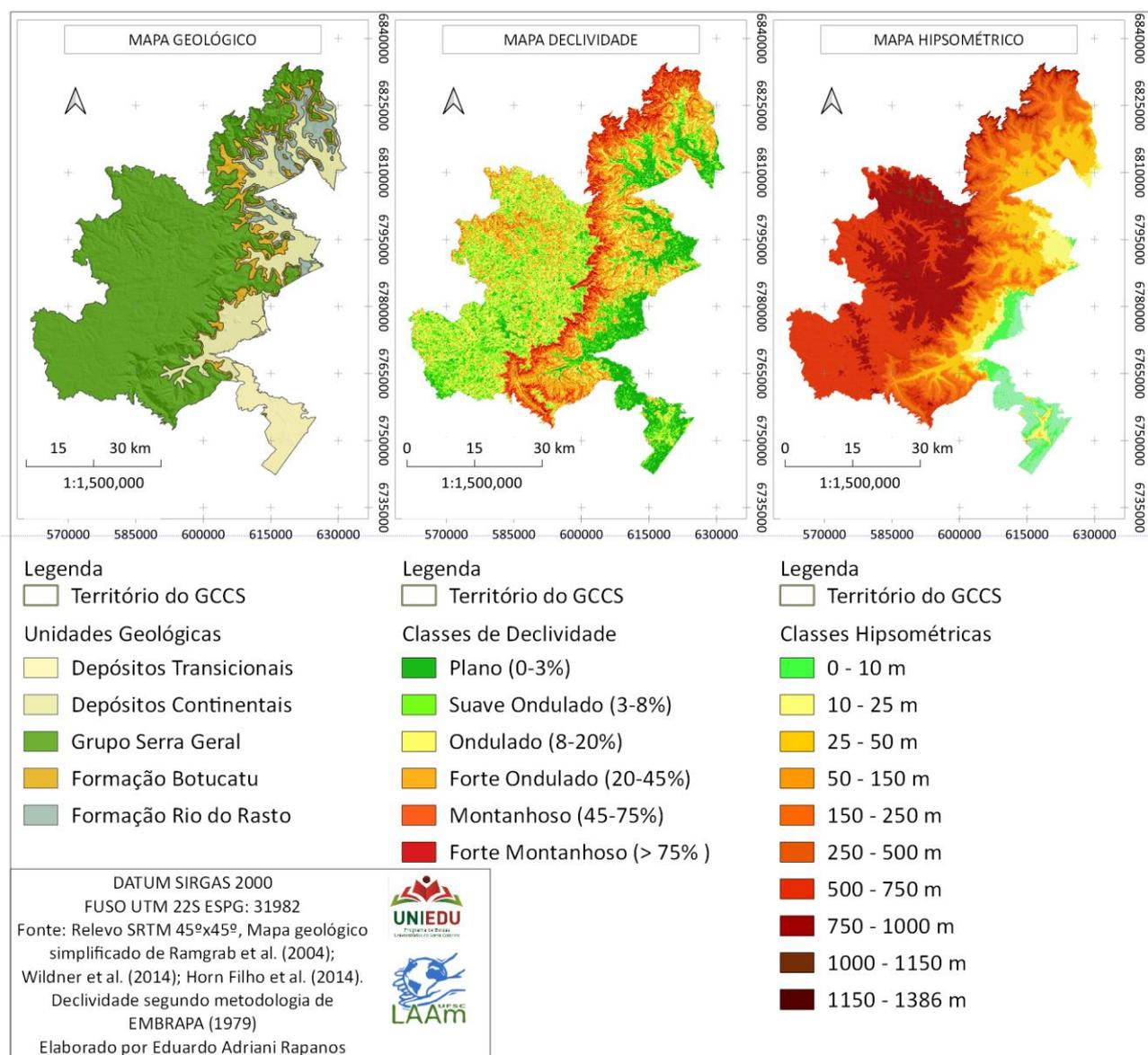


Figura 2: Mapas geológico, de declividade e hipsométrico do território do GCCS.

Planície Costeira

A morfoestrutura da Planície Costeira se estende por 535 km² e possui altitudes que variam entre o nível do mar e 150 metros. A unidade morfoestrutural apresenta variação de declividade com predominância do relevo plano (61%), suave ondulado (30%), ondulado (6%), forte ondulado (2%) e montanhoso e forte montanhoso (<1%).

No terreno ocorrem depósitos de sedimentos continentais, na forma de leques aluviais, colúvios e aluviões e depósitos de ambientes transicionais do tipo eólico, lagunar, paludial e praial, além de antropogênicos. A formação dessa unidade se dá através da sedimentação de partículas provenientes do Planalto, Escarpas e Patamares da Serra Geral, bem como da deposição pela variação do nível médio do mar durante o Quaternário.

Unidades Morfoesculturais

Ao todo foram caracterizadas quatro unidades morfoesculturais (Tabela 1) no domínio das morfoestruturas da Bacia Geológica e Magmatismo Serra Geral: Patamares da Serra Geral, Escarpas da Serra Geral, Planalto Dissecado Rio das Antas e Planalto Serra Geral. Na Planície Costeira, por sua vez, foram identificadas duas morfoesculturas: Planície Colúvio-Aluvionar e Planície Litorânea (Figura 4 e 5).

Planalto Serra Geral

O Planalto Serra Geral possui 1050,22 km² de área, ocorrendo com altitudes variando entre 1000 e 1386 metros. A unidade é composta por rochas vulcânicas do gSG que tiveram origem a partir do magmatismo fissural no Cretáceo. O compartimento caracteriza-se pela predominância da declividade ondulado (41% da área), seguido de suave ondulado (35%), forte ondulado (13%),

plano (12%) e montanhoso e forte montanhoso (<1%).

A unidade se caracteriza por comportar as extensas estruturas geológicas da área de estudo. Elas são representadas por formas negativas com direção preferencial WSW – ENE que

condicionam a formação de pequenos vales e sulcos que servem de drenagem para os rios. Os conjuntos de vales são separados por porções aplainadas e côncavas limitadas por degraus e patamares basálticos.

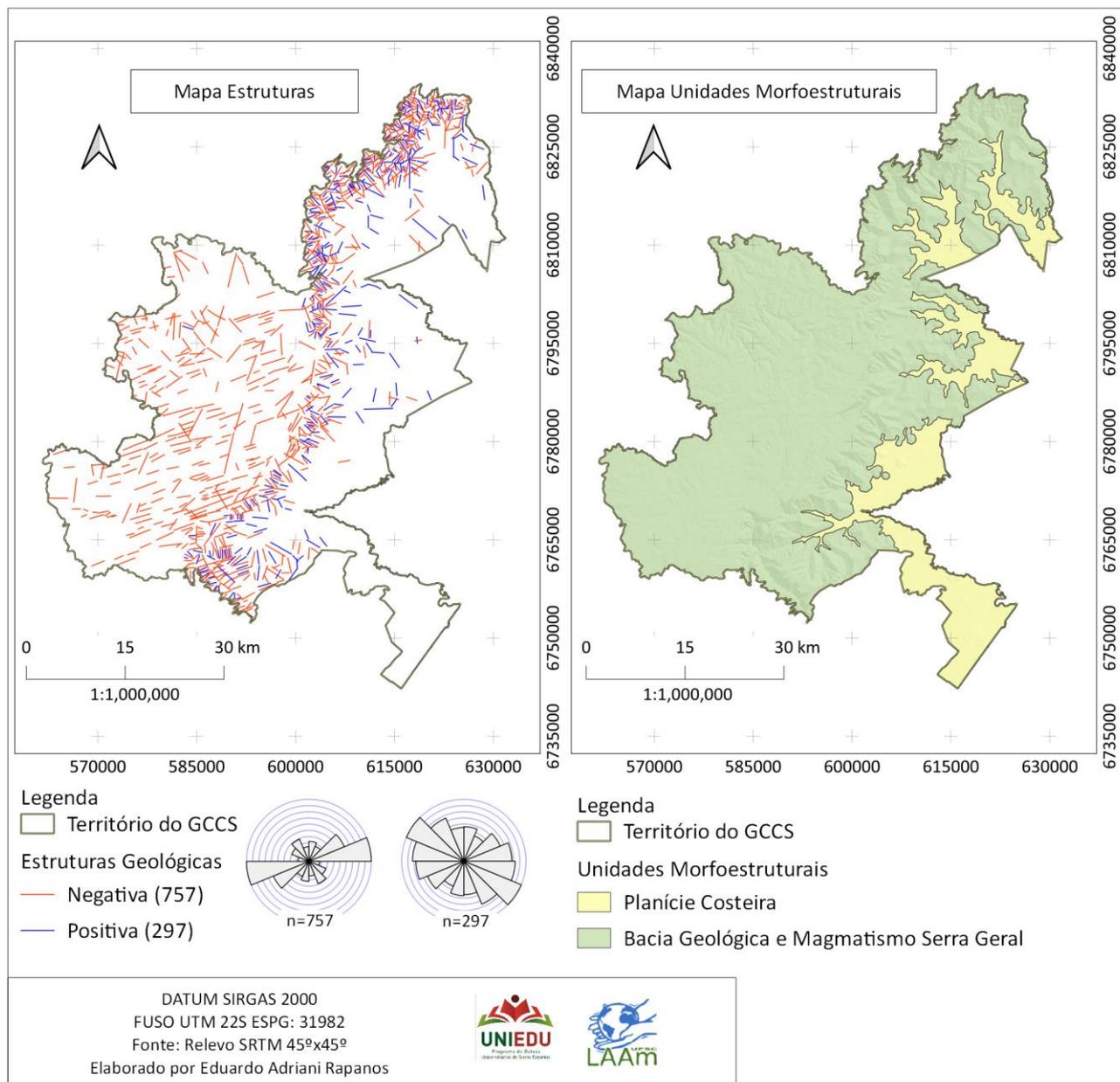


Figura 3: Mapa com as estruturas geológicas e as unidades morfoestruturais compartmentadas no território do GCCS.

Planalto Dissecado Rio das Antas

A unidade morfoescultural Planalto Dissecado Rio das Antas ocorre em 153,45 km² na área do GCCS no Vale do Rio das Antas e do Arroio Reserva. Esta unidade morfoescultural possui área de 153,45 km², com altitudes variando entre 750 e 1000 metros. Este compartimento de relevo se caracteriza por um maior grau de dissecção, predominando a classe forte ondulado (50% da área), ondulado (28%), suave ondulado (10%), montanhoso (9%) plano (2%) e forte

montanhoso (< 1%) (Figura 5).

A unidade é composta por rochas vulcânicas, ácidas a básicas, originadas a partir do magmatismo Serra Geral ocorrido no Cretáceo. Caracterizada por ter um relevo com grau de dissecção superior ao Planalto da Serra Geral, devido estar a maior distância das nascentes e comportar maior fluxo de água dos rios, a unidade apresenta maior entalhamento das redes fluviais. Estas redes se associam com estruturas geológicas e tectônicas negativas que condicionam o

encaixamento de vales profundos e estreitos separados por platôs e patamares basálticos com

topo plano e ou levemente convexos.

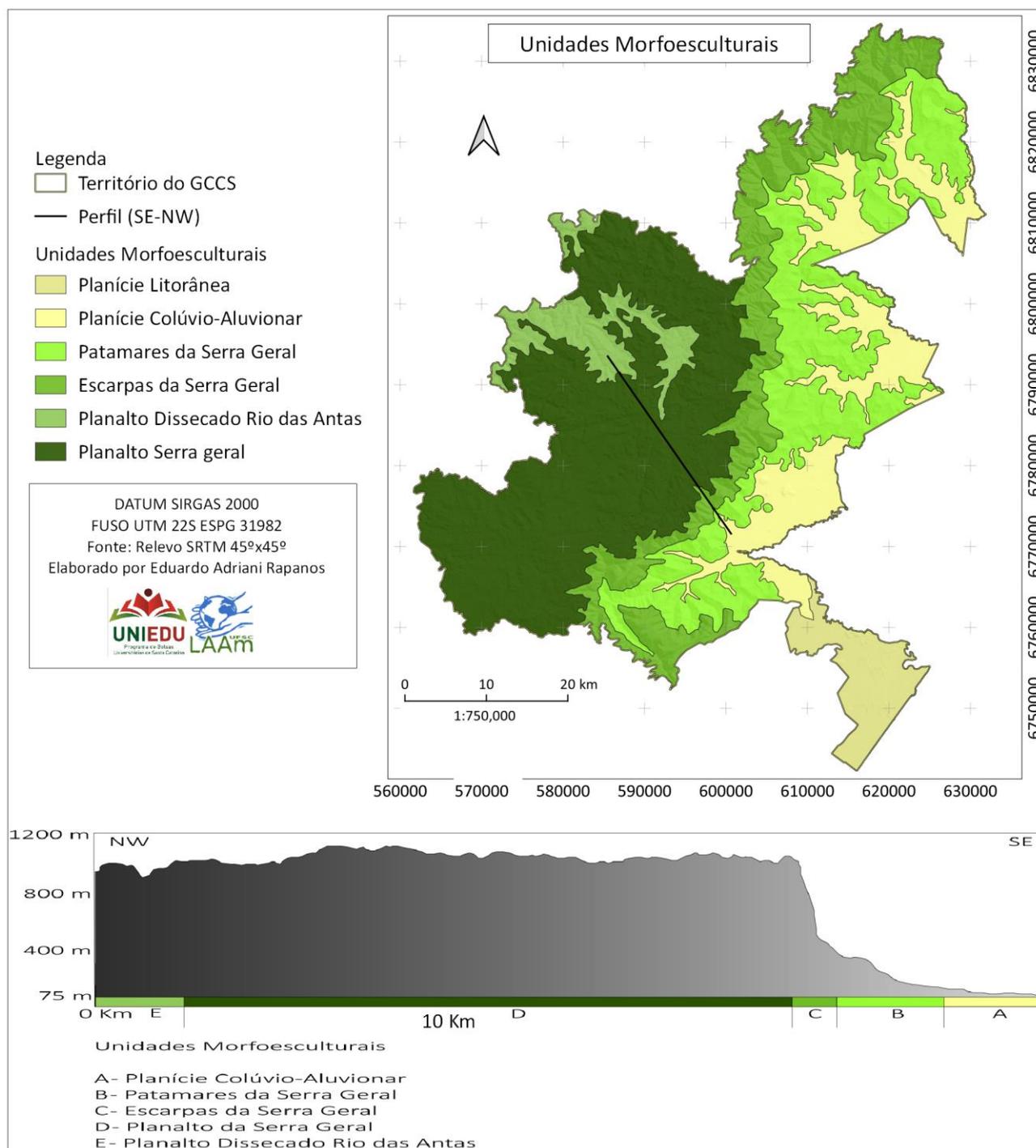


Figura 4: Mapa com unidades morfoesculturais e perfil topográfico.

Escarpas da Serra Geral

Esta unidade morfoescultural abrange área de 452,72 km² e altimetria variando entre 500 e 1138 metros. De forma geral, a declividade com a maior ocorrência pertence a classe montanhoso (39% da área), seguida de forte montanhoso (27%), forte ondulado (25%), ondulado (6%), suave ondulado (1%) e plano (< 1%).

Na unidade se encontram a maioria das estruturas geológicas do tipo negativa e positiva. As estruturas apresentam escalas múltiplas de

ocorrência onde os canais e cristas maiores ocorrem paralelamente entre si, evidenciado o forte controle estrutural e tectônico do relevo. A porção mais ao norte da unidade se apresenta como um grande anfiteatro onde há a maior diversidade litológica ocorrendo as Formações Rio do Rasto, Botucatu e gSG. Esta variedade de litologias condiciona a maior extensão lateral da escarpa, com mais de 10 km entre a Serra do Inferno e o Cânion do Amola Faca. As formas de relevo evidenciam orientações de estruturas geológicas

maiores como sendo NW – SE e NNE – SSW e apresentam profunda dissecção, formando vales profundos e extensos. Ocorrendo de forma perpendicular a estas feições de grande porte, ocorrem sistematicamente e de forma conjugada vales e interflúvios de menor tamanho que se descortinam de ambos os lados das cristas de grande porte.

A partir do Cânion Figueira em direção a sul, a unidade apresenta mudanças tanto na direção das estruturas quanto na sua componente litológica e morfológica. Englobando apenas o gSG como representante litológico desde o referido setor, a escarpa progressivamente torna a apresentar uma diminuição na sua extensão lateral. As estruturas geológicas concomitantemente a diminuição da extensão lateral da escarpa, apresentam também

diminuição na extensão de seus interflúvios e talvegues, que dentre o Cânion Figueira até o Cânion Fortaleza, apresentam direções preferenciais WNW – ESE e NW – SE.

Na porção mais a sul, entre o Morro do Carasal e o Vale da Pedra Branca, os cânions raramente apresentam-se em cotas superiores a 1.050 m. Em formato de um anfiteatro, as estruturas nesse setor da escarpa se caracterizam por apresentarem menor comprimento menor diferença de amplitude altimétrica, dando origem a vales mais encaixados, com menores profundidades e mais estreitos. O forte controle estrutural ainda afeta e condiciona a dissecção do relevo, que tem como alinhamento principal a direção ENE – WSW.

Unidade Morfoestrutural	Área Km ²	Unidade Morfoescultural	Área Km ²
Planície Costeira	593,93	Planície Litorânea	144,11
		Planície Colúvio-Aluvionar	391,82
Bacia Geológica e Magmatismo Serra Geral	2289,41	Patamares da Serra Geral	627,02
		Escarpas da Serra Geral	458,72
		Planalto Dissecado Rio das Antas	153,45
		Planalto Serra Geral	1050,22

Tabela 1 . Unidades Morfoestruturais e Morfoesculturais e suas respectivas ocorrências em Km² no território do GCCS.

Patamares da Serra Geral

A unidade morfoescultural dos Patamares da Serra Geral possui área de 627,02 km² com altitude que varia entre 50 e 500 metros. Sua declividade é majoritariamente do tipo relevo forte ondulado (47% da área), ondulado (31%), montanhoso (10%), suave ondulado (9%), plano (2%) e forte montanhoso (< 1%).

A unidade se caracteriza por um relevo intermediário, sobretudo sob a forma de esporões e morros isolados que registram o recuo erosivo da escarpa da Serra Geral e que, através de seus talvegues, compartimentam as bacias hidrográficas no GCCS. Este relevo residual toma forma de degraus que separam a planície da escarpa e englobam uma série de morros testemunhos com *trend* principal WNW – ESE, cujas cristas são descontínuas e possuem topos suavizados e aplainados. Os patamares assumem forma de morros testemunhos que se descortinam para o oriente desde o limite norte do GCCS até a Serra do Divisor nas direções W – E, NW – SE e NNW – SSE. Esta é o limite entre as bacias do Mampituba e Araranguá, nela ocorrendo afloramentos das formações Rio do Rasto e Botucatu e gSG. A partir da Serra do Divisor até o limite sul do GCCS, os

patamares recuam em direção a oeste e se limitam a uma estreita faixa até adentrar-se ao vale do Rio Mampituba, donde se alonga e acompanha a escarpa radialmente. Além de constituir um relevo que registra a evolução geomorfológica da paisagem o GCCS, ainda podem ser destacadas feições de maior detalhe típicas deste compartimento, como o relevo ruiforme no Morro Itaimbé e no Paredão da Areia Branca.

Planície Colúvio-Aluvionar

A unidade morfoescultural da Planície Colúvio-Aluvionar possui área de 391,82 km², com amplitude altimétrica variando entre 10 a 250 m. As declividades estão entre plano (63% da área), seguido do relevo suave ondulado (30%), ondulado (5%) e forte ondulado com (1%). As declividades do tipo montanhoso e forte montanhoso correspondem a <1% da área.

Esta unidade é constituída por depósitos de origem continental inseridos na transição entre áreas correspondentes às morfoesculturas da unidade morfoestrutural da Bacia Geológica e Magmatismo Serra Geral e os terrenos com influência marinha, da Planície Litorânea. Os depósitos se manifestam na forma de depósitos de

enxurradas, leques aluviais e cones de dejeção. Os leques se desenvolvem a partir do sopé das escarpas da Serra Geral onde depositam-se materiais provenientes dessa da escarpa tanto na porção norte como sul do GCCS. Diretamente influenciados pela morfologia das escarpas, os leques no setor norte possuem tamanho, largura e raios maiores quando comparados ao setor sul, com coalescência lateral ocorrendo a partir da cota de 250 m nos vales do rio Molha Côco, Manoel Alves e da Pedra. Estes leques preenchem a totalidade dos interflúvios entre os patamares nesta porção do

GCCS onde atingem as cotas de até 35 m. No setor sul do GCCS a coalescência dos leques ocorre principalmente a partir da cota de 50 m, constituindo um avental de leque como é no caso do vale do rio Mampituba. A morfologia dos depósitos possui dimensões menores em diâmetro, extensão e raio quando comparado a porção norte. Esta característica está associada diretamente com as Escarpas da Serra Geral, que condicionam o maior afunilamento e a menor dimensão das desembocaduras dos vales.

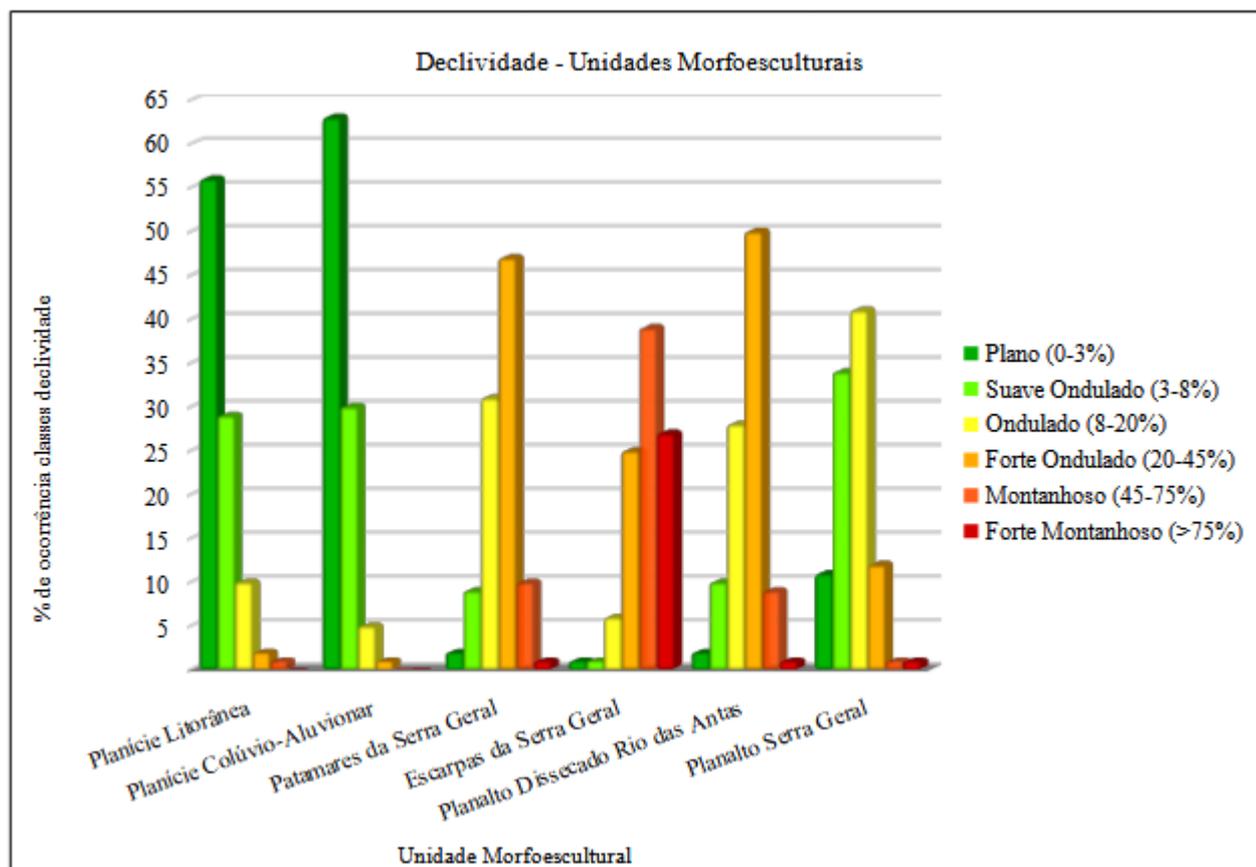


Figura 5: Gráfico comparando as % das ocorrências das classes de declividade em cada unidade morfoescultural.

Planície Litorânea

A unidade morfoescultural da Planície Litorânea possui área de 144,11 km² e possui amplitude altimétrica que varia entre 10 e 50 m. As classes de declividade nesta unidade são do tipo plano (57%), suave ondulado (29%), ondulado (10%), forte ondulado (2%) e montanhoso (<1%).

A unidade é formada por depósitos transicionais originados a partir de processos marinhos, costeiros, eólicos e flúvio-lagunares relacionados com a variação do nível do mar no Quaternário. Estes depósitos ocorrem nas formas de praias, lagunas, dunas e também por terraços próximos à escarpa.

Discussão

A partir dos elementos geológicos (litologia e estruturas) e geomorfológicos (ex. declividade e amplitude altimétrica) foi possível redefinir os limites das unidades morfoestruturais e morfoesculturais bem como estabelecer uma nova unidade morfoescultural, a partir da divisão da unidade do Planalto no GCCS. No que se refere à escala de interpretação e representação das unidades, embora existam produtos de sensoriamento remoto com resoluções superiores, optou-se por trabalhar em escala 1:100.000 devido à escala regional do GCCS.

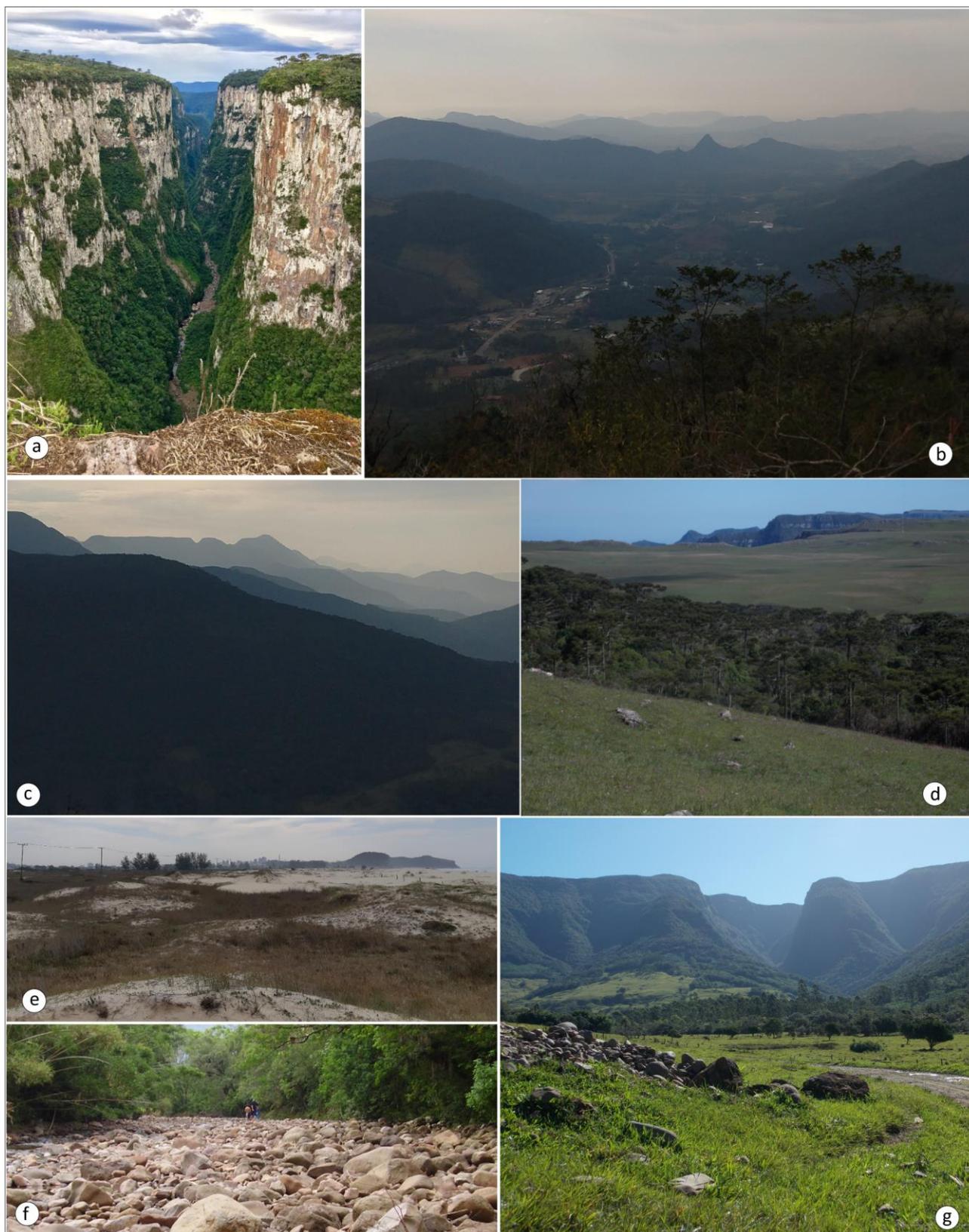


Figura 6: Imagens dos compartimentos de relevo do GCCS. a) cânion itaimbézinho com seu vale profundo e bem encaixado com forte controle estrutural. Foto: Jairo Valdati; b) vale da Serra da Rocinha com a interação entre a Planície Continental e os Patamares da Serra Geral. Foto: Eduardo Adriani Rapanos; c) Patamares e Escarpas da Serra Geral. Foto: Eduardo Adriani Rapanos; d) Planalto da Serra Geral e sua descontinuidade dando origem as Escarpas. Foto: Eduardo Adriani Rapanos; e) Planície Transicional e os depósitos de dunas eólicas no Parque de Itapeva. Foto: Ciro Palo Borges; f) leito de rio seco da Planície Continental. Foto: Carlos Santos; g) Planície Continental, Patamares e a Escarpa da Serra Geral. Foto: Eduardo Adriani Rapanos.

A Bacia Geológica e Magmatismo Serra Geral e Planície Costeira apresentam entre si, características físicas tais como declividade, hipsometria, tipos litológicos e estruturas geológicas totalmente distintas. A morfoestrutura da Planície Costeira, representada por sedimentos depositados a partir da variação do nível do mar e também por processos fluviais através dos depósitos continentais (Gaplan, 1986; Duarte, 1995; Pontelli, 1998; Horn-Filho *et al.*, 2012; 2014 e 2020a) apresenta cotas hipsométrias de 0 a 250 m, com relevo predominantemente plano e suave ondulado. O conjunto de características dessa unidade não permite a formação de estruturas geológicas visto que não há de coesão dos sedimentos e o arranjo espacial dos depósitos.

A Bacia Geológica e Magmatismo Serra Geral além das características físicas, apresenta características genéticas e de resistências das rochas que difere entre a Planície Costeira. Com unidades sedimentares datadas do Permiano Superior, Jurássico e ígneas do Cretáceo (Silva e Scherer, 2000; Ramgrab *et al.*, 2004; Milani *et al.*, 2007; Warren, 2008; Wildner *et al.*, 2014) a unidade morfoestrutural da Bacia Geológica e Magmatismo Serra Geral possui características físicas como hipsometria variando de 250 até 1347 m com heterogeneidade quanto suas declividades. As estruturas geológicas obtidas a partir dos cruzamentos de informações físicas com técnicas de SIG e Sensoriamento Remoto mostram a unidade geomorfológica como correspondente da totalidade das ocorrências. As estruturas geológicas positivas apresentam-se na forma de cristas alongadas que se distribuem na borda do planalto através de cristas e avançam em direção a leste através de esporões interfluviais rebaixados que compartimentam as bacias hidrográficas na Planície Costeira. As estruturas geológicas negativas se apresentam como condicionando estruturalmente vales fluviais, onde de forma abrupta, dão origem aos cânions com aprofundamentos de mais de 600 m. Estas feições representam eventos tectônicos que deram origem a estruturas que condicionam as rochas do embasamento pré-cambriano, até as rochas da BGP e PC (Putzer, 1949 e 1955; Gonçalves; Oliveira; Motta, 1979; Pontelli; 1998; Milani; Ramos, 1998; Pinto; Vidotti, 2018) e que moldam o relevo e a morfoestrutura da BGMSG conforme Ross (1992).

Para o território catarinense, comparou-se os resultados obtidos com o mapa de unidades geomorfológicas elaborado por GAPLAN (1986). As unidades morfoesculturais do referido estudo foram semelhantes às obtidas nessa pesquisa, porém essa com um grau maior de detalhamento em relação à descrição e contornos, levando-se em

conta estudos mais recentes e produtos de Sensoriamento Remoto e SIG atuais.

Com relação a estudos realizados por DEPLAN (2021) para a área do estado sul-riograndense, foi possível um maior detalhamento através da caracterização da unidade morfoescultural do Planalto Dissecado Rio das Antas. Esta unidade apresenta altitudes entre 750 m e 1000 m com grau de dissecção superior as áreas circundantes. O maior entalhamento das redes fluviais se associa com estruturas geológicas negativas representadas por vales encaixados entre platôs basálticos com encostas em patamares. A unidade geomorfológica do Planalto da Serra Geral apresenta elevações que variam entre 900 m na porção sul, alcançando até 1347 m na porção norte. O Planalto Serra Geral comporta estruturas geológicas de mais de 7 km de extensão, sendo as de maiores dimensões da área de estudo. As estruturas citadas se dispõem preferencialmente nas direções SW – NE e subordinadamente nas direções SSW – NNE e SE – NW donde se desenvolvem sulcos e vales, de profundidades variáveis, separados por interflúvios planos ou levemente convexos de acordo com já citado por Gaplan (1986).

Sintetizando a diferença do grau de dissecção entre os planaltos Serra Geral e Rio das Antas, enquanto o primeiro possui 15% de sua área com declividades nas classes forte ondulado, montanhoso e forte montanhoso, o segundo possui 60% nas referidas classes de declividade. Desta forma, justifica-se a subdivisão em dois planaltos, que certamente irão apresentar características distintas em escala de maior detalhe.

Na Planície Costeira foram identificadas duas unidades pertencentes ao 2º táxon. As unidades identificadas possuem atributos de relevo que são caracterizadas principalmente por ocorrências de depósitos de origem continental e de origem transicional. A unidade morfoescultural da Planície Colúvio-Aluvionar é formada por depósitos coluvionares, aluvionares e de leques, resultado da interação entre a gravidade e a atividade fluvial em altitudes que variam entre 25 m a 250 m próximo as escarpas. Estes depósitos possuem formas de terraços, planícies, leques e rampas colúvio-aluvionares representados por morros e colinas planos ou convexizados conforme já mencionado por GAPLAN (1986) e Valdati, Ferreira e Gomes (2021). Também é possível de se identificar depósitos transicionais caracterizados na unidade morfoescultural da Planície Litorânea, que teve seus depósitos praias, de laguna, eólicos, fluviais e aluvionares relacionados com a variação do nível médio do Oceano Atlântico Sul durante o período Pleistocênico e Quaternário a partir de

processos eólicos e marinhos (Horn Filho et al., 2020b). As formas de relevo identificadas são acumulações dunares e formações lacustres e praias com altitudes de até 50 m com relação ao nível do mar atual.

As estruturas geológicas negativas e positivas caracterizadas, por sua vez, condicionam a estruturação e formação dos cânions, vales e escarpas do território. Estas estruturas são mais evidentes na transição entre planalto e planície onde encontram-se os cânions e sua grande concentração conforme ressaltado por Godoy; Binotto; Wildner (2012).

Conforme a citação de Ab'Sáber (2003) os Cânions Brasileiros são paisagens de exceção constituídos de fatos isolados, com diferentes aspectos físicos e ecológicos que se inserem no corpo geral das paisagens habituais. Essa constituinte física e ecológica, em conjunto com aspectos culturais e históricos fazem do território do GCCS um lugar de natureza ímpar e forte candidato a *Geopark* UNESCO conforme citado por Schobbenhaus e Silva (2012).

Considerações Finais

O processo metodológico de pesquisa obteve êxito na caracterização de maior detalhe das unidades morfoestruturais e morfoesculturais. A cartografia geomorfológica com base na compartimentação taxonômica do relevo em conjunto com as características levantadas de cada unidade, permitiu uma descrição detalhada das características geomorfológicas e geológicas que ocorrem no território do GCCS onde, além de uma carta geomorfológica atualizada, também fora caracterizado um novo compartimento de relevo denominado Planalto Dissecado Rio das Antas.

O território está inserido em um contexto singular devido às suas características morfogenéticas. As grandes formas de relevo representadas pelas morfoestruturas de 1º táxon

Referências

- Ab'sáber, Aziz Nacib. Os domínios de nature no Brasil: potencialidades paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editorial, 2013. 153 p.
- Almeida, F.F.M. de et aZ. Brazilian Structural Provinces: An Introduction. *Eart Bcieace* • 17:1-29. 1981.
- BRASIL. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe). Governo do Brasil (org.). Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres (CBERS). 2020. Disponível em: <http://www.cbbers.inpe.br/>. Acesso em: 12 fev. 2021.

apresentaram diversas morfoesculturas de 2º táxon contidas nos seus domínios. A relação entre as unidades taxonômicas de diferentes hierarquias evidencia a diversidade e a dinâmica de eventos geológicos e de processos geomorfológicos.

As estruturas geológicas negativas e positivas presentes na área de estudo são consequências de eventos geológicos-tectônicos que controlam a estruturação do relevo principalmente nas áreas das escarpas e patamares. O conjunto de estruturas litológicas condiciona a disposição de cristas com formas de cunha e de vales profundos e encaixados oriundos da dissecação fluvial, dando origem aos cânions, de grande beleza cênica.

O trabalho servirá como base para o mapeamento geomorfológico nos níveis taxonômicos inferiores, inclusive no mapeamento de detalhe, em que estarão representados os elementos abióticos de interesse – os geossítios (ex. Santos, 2020). Desta forma, servirá como subsídios para que sejam elaboradas estratégias para consolidar o entendimento da natureza física no território do GCCS que servirão como ferramentas para a tomada de decisões sobre o planejamento territorial assim como o aprimoramento das atividades do GCCS a fim de aprimorar o programa Mundial da UNESCO de Geoparques.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Consórcio Intermunicipal Caminhos dos Cânions do Sul e a Comitê Educativo e Científico do GCCS. Um agradecimento especial ao grupo de pesquisa e extensão universitária BIOGEO. Também agradecemos ao programa de financiamento de bolsas de pós-graduação do estado de Santa Catarina UNIEDU/FUMDES, chamada pública 471/SED/2021, +pela bolsa de mestrado concedida.

- Coratza, P.; Bollati, I.M.; Panizza, V.; Brandolini, P.; Castaldini, D.; Cucchi, F.; Deiana, G.; Del Monte, M.; Faccini, F.; Finocchiaro, F.; et al. Advance in Geohritage Mapping: Application to Inconic Geomorphological Examples from the Italian Landscape. *Sustainability* 13, 11538. <https://doi.org/103390/sul32011538>, 2021.
- DEPLAN. Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul. 6. ed. Porto Alegre: Departamento de Planejamento Governamental, 2021. 203 p. Disponível em: <https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/inicia>. Acesso em: 19 jul. 2021.

- Duarte, Gerusa Maria. Depósitos Cenozóicos costeiros E A Morfologia do Extremo Sul de Santa Catarina. 1995. 351 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento de Solos. 10. ed. Rio de Janeiro: Súmula, 1979. 83 p
- Equipe de Desenvolvimento QGIS (2020). Sistema de Informações Geográficas QGIS. Projeto da Fundação Geoespacial de Código Aberto. [Http://qgis.osgeo.org](http://qgis.osgeo.org)
- Fabrício, J. A. C., Ferreira, J. A. F., Süffert, T. Projeto Carvão em Araraguá-Torres. In: Carvão no Estado de Santa Catarina. Brasília: DNPM, 1981c. p. 158-207. (Série Geologia 15; Seção Geologia Econômica, 2).
- Ferrando, A.; Faccini, F.; Paliaga, G.; Coratza, P. A Quantitative GIS and AHP Based Analysis for Geodiversity Assessment and Mapping. Sustainability 13, 10376. [h//doi.org/10.3390/sul131810376](https://doi.org/10.3390/sul131810376), 2021.
- GAPLAN. Atlas de Santa Catarina. Rio de Janeiro: Aerofoto Cruzeiro, 1986. 173 p.
- Godoy, Michel Marques; BINOTTO, Raquel Barros; Wildner, Wilson. Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul (RS/SC) proposta. In: Schobbenhaus, Carlos; Silva, Cassio Roberto da (org.). Geoparques do Brasil: propostas. Rio de Janeiro: Cprm, 2012. Cap. 13. p. 457-492
- Gonçalves, A., Oliveira, M. A. M. de, Motta, S. de O. Geologia da Bacia de Pelotas e Plataforma de Florianópolis. Rio de Janeiro: Petrobrás, DEPEX-SEDOC, 1978. reg. 5222, 56 p. Relatório Interno. Anexos.
- Gonçalves, A., Oliveira, M. A. M. de, Motta, S. de O. Geologia da Bacia de Pelotas e da Plataforma de Florianópolis. Bol. Téc. Petrobrás, v. 22, n. 3, p. 157-174, 1979.
- Guerra, Veronica; Lazzari, Maurizio. Geomorphological mapping as a tool for geoheritage inventory and geotourism promotion: a case study from the Middle valley of the Marecchia River (Northern Italy). Geomorphologie: relief, processus et environnement 27(2), p. 127-145, 2021
- Horn Filho, Norberto Olmiro et al. Estudo Geológico dos Depósitos Clásticos Quaternários Superficiais da Planície Costeira de Santa Cat. Gravel, Porto Alegre, 12, 41-107, dez. 2014.
- Horn Filho, Norberto Olmiro et al. Mapa geológico da planície costeira das folhas rincão (SH-22-X-B-IV-4), ARARANGUÁ (SH-22-X-B-IV-3) E TURVO (SH-22-X-A-VI-4). In: HORN FILHO, Norberto Olmiro et al (org.). Atlas geológico da planície costeira do estado de Santa Catarina em base ao estudo dos depósitos quaternários. Florianópolis: Ufsc/cfh (Departamento de Geociências e Programa de Pós-Graduação em Geografia), Cnpq, 2012. p. 1. (Série mapas IBGE – Mapa nº10. Escala 1:100.000.).
- Horn Filho, Norberto Olmiro et al. Mapa geológico da planície costeira das folhas Rio Sangrador (SH.22-X-D-I-1), Sombrio (SH.22-X-C-III-2), Praia Grande (SH.22-X-C-III-1), Torres (SH.22-X-C-III-4) e Três Cachoeiras (SH.22-X-C-III-3) (RS), Santa Catarina. In: HORN FILHO, Norberto Olmiro (org.). Atlas Geológico da planície costeira de Santa Catarina em base aos estudos de depósitos quaternários. Florianópolis: Ufsc/cfh (Departamento de Geociências e Programa de Pós-Graduação em Geografia), Cnpq, 2012. p. 1. (Série mapas IBGE - Mapa nº11 Escala 1:100.000).
- Horn-Filho, Norberto Olmiro. Setorização da Província Costeira de Santa Catarina em base aos aspectos geológicos, geomorfológicos. Geosul, Florianópolis, 18, 71-98, jun. 2003.
- Horn Filho, N. O. Rosolem, G., P. N.; Gomes, M., C., V.; Santos, Y., R., F.; Pazini, K., C.; Surkamp., T, V, G.; Nazareth, E., R.,; Sbroglia, R, M.; Gomes, G, O.; Paniagua, F, P, M.; Orasmo, R, S. Texto explicativo do mapa geológico da planície costeira do extremo Sul de Santa Catarina, Brasil. Escala 1:125.00. 1 ed. Florianópolis: Edições do bosque, 73p, 2020a.
- Horn Filho, N.O.; Gomes, M.C.V.; Effting, F. S.; Ferreira, A. C. S. J. V.; Boeira Júnior, C.; Souza, I.C., Baesso, J.P.; Canhisares, J.P. Variabilidade textual do sistema praia duna no litoral de Santa Catarina, com ênfase aos depósitos marinhos praias e eólico do Holoceno. 1 ed. Florianópolis: Edições do Bosque, 17p, 2020b
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Folha SH. 22 Porto Alegre e partes das Folhas SH. 21 Uruguaiana e SI. 22 Lagoa Mirim. Rio de Janeiro: IBGE, 1986.
- INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. BDMEP - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br/>. Acesso em 10 jan. 2021.
- INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

- Satélite Sino - Brasileiro de Recursos Terrestres (CBERS). Disponível em: <http://www.cbears.inpe.br/>. Acesso em: 07 jan. 2021.
- Lima, Flávia; Vargas, Gean. Estratégia de geoconservação do projeto geoparque caminhos dos cânions do Sul território catarinense. In: Lima, Fávía; Vargas, gean. relatório do inventário e avaliação de geossítios. Florianópolis: Geodiversidade, 2017. p. 1-47.
- LOSS, Joyce T. S.. Mapa Geológico: folhas de três cachoeiras e torres. In: Villwock, Jorge Alberto *et al.* ATLAS GEOLÓGICO DA PROVÍNCIA COSTEIRA DO RIO GRANDE DO SUL. Porto Alegre: Geco/ufrgs, 1984. Cap. 4, p. 1.
- MC KEEVER, Patrick J., ZOUROS, Nickolas. Geoparks: Celebrating earth heritage, sustaining local communities. EPISODES, p. 274-278. December 2005.
- Mecerjakov, P. J. 1968, Paris. Les Concepts de Morphostructure et de Morphosculture: un novel instrument de l'analyse geomorphologique. Paris: Annales de Geographie, 1968. 77 p.
- Milani, E. J.; Melo, J. H. G. Souza, P. L. F., Luiz. A.; França, A. B. Bacia do Paraná. Boletim de Geociências. Rio de Janeiro, p. 265-289. maio 2007.
- Milani, E. J.; Ramos, V. A. Orogenias Paleozóicas no Domínio Sul-ocidental do Gondwana e os Ciclos de Subsidência da Bacia do Pa. Revista Brasileira de Geociências, Rio de Janeiro, v. 28, n. 4, p. 473-484, 1998.
- Panizza, M. Geomorphosites: concepts methods and examples of geomorphological survey. Chinese Science Bulletin, Pequim, 46, 4-5 dez. 2001.
- Penck. W. - Morphological Analysis of Land Forms. Macmillan and Co., London, 1953.
- Pinto, M.L.; Vidotti, R.M. (2019). Tectonic framework of the Paraná basin unveiled from gravity and magnetic data. Journal of South American Earth Sciences, 90, 216-232. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2018.12.006>
- Pontelli, M. E. Cartografia das alterações em depósitos de leques lauviais como base para uma estratigrafia relativa. Bacia dos rios Amola Faca e Rocinha, Timbé do Sul – SC. Dissertação. 1998. (Mestrado em Geografia) – Centro de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 1998.
- Putzer, H. Diastrofismo “germanótipo” e sua relação com o vulcanismo basáltico na parte meridional de Santa Catarina. Bol. Soc. Bras. Geol., 2, 37-74, 1953.
- Putzer, H. Geologia da Folha de Tubarão, Estado de Santa Catarina. Bol. DNPM-DFPM, Rio de Janeiro, n. 96, p. 1-94 e mapa, 1955.
- Ramgrab, Gilberto Emilio et al (org.). FOLHA Porto Alegre SH.22. In: SCHOBENHAUS, Carlos et al. Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo. Brasília: Cprm, 2004. p. 1. (Programa Geologia do Brasil). CD-ROM.
- Ross, J. L. S. - O registro cartográfico dos fatos Geomórficos e a questão da taxonomia do relevo. Revista do Departamento de Geografia/FFLCH/USP, n.º 6, 17-29, 1992.
- Santos, Y. R. F. Cartografia geomorfológica de detalhe aplicada ao geopatrimônio: geomorfossítios do projeto geoparque caminhos dos Cânios do Sul (RS/SC). Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Hhumanas, Programa de Pós-Graduação em geografia, 190p, 2020.
- Santos, S.E.; Lupinacci, C.m. Cartografia Geomorfológica de Detalhe. In: Simon, A.H; Lupinacci, C.M (org). A Cartografia Geomorfológica como Instrumento para o Planejamento. Pelotas: Ed. UFPEL, 2019. 1, 13-21.
- Schobbenhaus, C. Silva, C. R. O Papel do Serviço geológico do Brasil na criação de geoparques e na conservação do patrimônio geológico. In: Schobbenhaus, C.; Silva, C. R. (org.). Geoparques do Brasil: propostas. Rio de Janeiro: Cprm, 2012. p. 748.
- Schneider, R. L. et al. Revisão estratigráfica da bacia do paraná. In: congresso brasileiro de geologia, 28., 1974, Porto Alegre. Anais [...]. Porto Alegre: Sbgeo, 1974. p. 41-65.
- Silva, B. Silveira. A. Barbosa, M. I. M. Cartografia geomorfológica aplicada a bacia hidrográfica do Ribeirão do Brejão, município de Nova Ponte (MG): Indicativos da evolução do relevo e contribuições ao planejamento. Revista Brasileira de Cartografia 72(3), 474-489, 2020)
- Silva, Fernanda Guilardi da; SCHERER, Claiton Marlon dos Santos. Fácies, Associação de Fácies e Modelo Depositional dos Arenitos Eólicos da Formação Botucatu (Cretáceo Inferior) na Região Sul de Santa Catarina. Pesquisas em Geociências, Porto Alegre, 2, 15-30, ago. 2000.
- Simon, A. H.: Lupinacci, C. M. (Org). A cartografia

- geomorfológica como instrumento para o planejamento. 1 ed. Pelotas: Editora da Universidade Federal de Pelotas, 172, 2019.
- Souza, S. O.; Lupinacci, C. M.; Oliveira, R. C. A. Cartografia Geomorfológica enquanto instrumento para o planejamento em áreas litorâneas: considerações a partir da região Costa das Baleias- Bahia- Brasil. *Revista Brasileira de Geomorfologia* 22(3), 488-507, 2021.
- Sung, Chen Lin *et al.* O processo de governança na construção do Projeto de Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul - Brasil. *Caderno de Geografia, Florianópolis*, v. 29, n. 59, p. 1043-1065, ago. 2019.
- Valdati, J.; Ferreira, D. R.; Gomes, M. C. V. Determinação do perigo de inundações a partir do mapeamento geomorfológico de detalhe. *Geosul* 36(78), 496-515, 2021
- Warren, Lucas Veríssimo et al. Evolução sedimentar da Formação Rio do Rasto (Permo-Triássico da Bacia do Paraná) na porção centro sul do estado de Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, Porto Alegre, 2, 1-15, jun. 2008.
- Wildner, W. et al. Mapa geológico do estado de Santa Catarina. Porto Alegre: CPRM, 2014. Escala 1:500.000. Programa Geologia do Brasil. Subprograma de Cartografia Geológica Regional.